

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-104823

(43)Date of publication of application : 21.04.1995

(51)Int.Cl.

G05B 19/4155

G05B 13/02

G05B 19/414

(21)Application number : 05-247959

(71)Applicant : FANUC LTD

(22)Date of filing : 04.10.1993

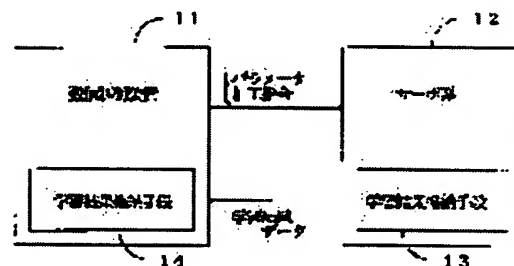
(72)Inventor : INOUE HIDEAKI
INOUE TETSUYA

(54) NUMERICALLY CONTROLLED WORKING SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To make it possible to perform high-accuracy work from the beginning after the second work by preserving final learnt result data on the side of a numerical controller and performing work while using the preserved latest data at the time of the next work.

CONSTITUTION: At the time of the first work, a parameter and a working command are paired and dispatched to a servo system 12 by a numerical controller 11. According to the working command, the servo system 12 starts a working operation with the parameter as the initial value of learning control. The servo system 12 stores the learnt result data after the first learning control provided by the learning control at the time of work in a learnt result storage means 13. When continuously working the same shape, the servo system 12 is controlled based on the learnt result data stored in the learnt result storage means 13 and when the new learnt result data are similarly provided, the contents of the learnt result storage means 13 are updated into those data. Thus, the contents of the learnt result storage means 13 are updated by learning at every time of work.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

04.10.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-104823

(43)公開日 平成7年(1995)4月21日

(51)Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 5 B 19/4155				
13/02	L	9131-3H		
19/414				
		9064-3H	G 0 5 B 19/ 403	V
		9064-3H	19/ 18	N
			審査請求 未請求 請求項の数5	OL (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平5-247959

(22)出願日 平成5年(1993)10月4日

(71)出願人 390008235

ファナック株式会社

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地

(72)発明者 井上 秀明

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

(72)発明者 井上 哲也

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

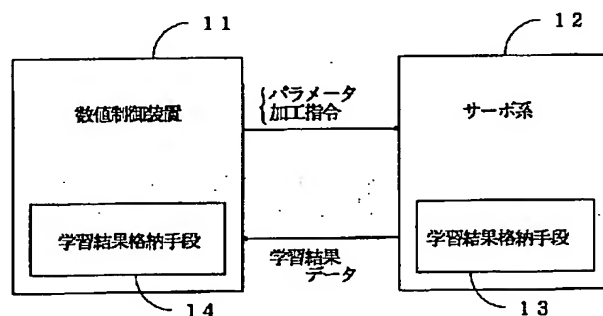
(74)代理人 弁理士 服部 毅蔵

(54)【発明の名称】 数値制御加工方式

(57)【要約】

【目的】 数値制御装置より与えられる初期値のパラメータと加工指令とに従ってサーボ系が学習制御しながら動作する数値制御加工方式において、同一形状の次の加工に前回得られた学習結果データを再利用できるようにすることを目的とする。

【構成】 数値制御装置11に学習結果格納手段14を備え、サーボ系12で作られた学習結果データを加工の終了時にその学習結果格納手段14に保存しておき、同じ形状の次の加工時には保存しておいた最新の学習結果データを学習制御の初期値のパラメータとして使用する。これにより、2回目以降の加工のときには最初から精度の高い加工をすることが可能になる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 数値制御装置と学習制御機能を有するサーボ系とを備え、前記数値制御装置より与えられる初期値のパラメータと加工指令とに従って前記サーボ系は学習制御しながら動作する数値制御加工方式において、前記サーボ系で作られた学習結果データを加工の終了時に取り込み、同じ形状の加工の開始時には先に取り込んだ最新の学習結果データを前記パラメータとして前記サーボ系に送り込む学習結果格納手段を前記数値制御装置に有することを特徴とする数値制御加工方式。

10

【請求項 2】 前記サーボ系は、前記数値制御装置の前記学習結果格納手段に前記学習結果データを送ったり、前記学習結果格納手段から前記学習結果データを受け取ったりする共有メモリを有することを特徴とする請求項 1 記載の数値制御加工方式。

【請求項 3】 前記サーボ系は、回転軸と同期して直線軸を同一パターンで繰り返し制御して加工を行う工作機械であることを特徴とする請求項 1 記載の数値制御加工方式。

【請求項 4】 前記学習結果データは、前記回転軸の位置と、前記回転軸の位置に対応した前記直線軸の位置とを含み、テーブルに記憶されていることを特徴とする請求項 1 記載の数値制御加工方式。

【請求項 5】 前記学習結果データのテーブルは、同じ形状の加工をしている間は、前記学習制御機能により更新していることを特徴とする請求項 1 記載の数値制御加工方式。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は数値制御加工方式に関する。特にピストン旋盤やカム研削盤といった加工断面が非円であつて一周した次の一周の加工が過去の一周の繰り返しであるような同一パターンの繰り返しの加工を行う工作機械に数値制御装置を適用した数値制御加工方式に関する。

【0002】

【従来の技術】 ピストン旋盤とかカム研削盤とかいった用途に数値制御装置を適用させることがある。このような場合、加工されるピストン又はカムはその断面を見たときに楕円に近い形状や卵型の形状、あるいはおむすび型の形状などの非円の形状を有している。このような非円の加工を行うときには、主軸の回転に応じて、バイト又は砥石などの刃物を主軸に直角な方向に高速に入れたり出したりする制御をしなければならない。

【0003】 従来、非円の断面を有する形状の加工を行うとき、学習制御の技術が適用されている。ピストンやカムなど、加工断面が非円であっても、ある回転の位置では刃物をどのようなタイミングで出し入れしたらよいのかということについては周期性があり、何回か試し削りをしてみれば、刃物をどのようなタイミングでどのよ

2

うな動きをすれば、所期の形状を得られるかが分かってくる。このような加工方法を記憶して次の加工に使用していくのが学習制御であり、結果として、前回の加工よりも精度のよい加工が可能になる。

【0004】 図5は従来の数値制御加工方式の構成を示す図である。図において、1は数値制御装置であり、2は工作機械の学習制御機能を有するサーボ系である。非円の加工を行うとき、数値制御装置1は学習制御の開始点を表すパラメータAと加工指令とを組にしてサーボ系2に渡し、サーボ系2では加工指令に従ってパラメータAを学習制御の初期値として加工動作が開始される。サーボ系2は加工時の学習制御によって得られた学習結果データを保存する学習結果格納手段3を有し、最初の学習制御の後の学習結果データAαは学習結果格納手段3に格納される。この学習結果格納手段3はたとえばランダムアクセスメモリ(RAM)によって構成される。続いて、同一形状の加工を行うときには、サーボ系2は学習結果格納手段3に格納されている学習結果データAαを元にして動作される。このときにも、同じようにして学習制御が行われ、さらに加工誤差の小さい学習結果データを得て、学習結果格納手段3の内容を更新し、次の加工に備える。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 このように、従来の数値制御加工方式によれば、学習制御によって得られた学習結果データは、同一形状の加工を行っている間は学習が続けられ、更新されているが、その形状の加工が終了して工作機械の電源を落としたり、あるいは別の加工領域に移って別の形状の加工を始める場合には、先の加工領域で得られた学習結果データは失われていた。したがって、加工の開始時及び異なる形状の加工を始めるたびに、学習を初めからやり直す必要があり、加工開始時に、試し削りに必要な材料とその他の余分な時間とを消費するという問題点があった。

【0006】 本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、同一形状の次の加工に前回得られた学習結果データを再利用できるような数値制御加工方式を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明では上記課題を解決するために、数値制御装置と学習制御機能を有するサーボ系とを備え、前記数値制御装置より与えられる初期値のパラメータと加工指令とに従って前記サーボ系は学習制御しながら動作する数値制御加工方式において、前記サーボ系で作られた学習結果データを加工の終了時に取り込み、同じ形状の加工の開始時には先に取り込んだ最新の学習結果データを前記パラメータとして前記サーボ系に送り込む学習結果格納手段を前記数値制御装置に有することを特徴とする数値制御加工方式が提供される。

3

【0008】

【作用】上述の手段によれば、サーボ系にて学習された学習結果データは加工終了時に数値制御装置に設けられた学習結果格納手段に送られて保存される。同じ形状の次の加工のときには、加工指令とともにサーボ系に渡される初期値のパラメータとして、数値制御装置の学習結果格納手段に入っている学習結果データを使用するようにする。

【0009】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面に基づいて説明する。図1は本発明の数値制御加工方式の構成を示す図である。図において、数値制御加工方式は数値制御装置11と工作機械のサーボ系12とを備え、さらに、サーボ系12には学習制御機能による学習結果データを保存する学習結果格納手段13を、そして数値制御装置11にも学習結果データを保存する学習結果格納手段14をそれぞれ有している。サーボ系12の学習結果格納手段13は1つの加工に必要な学習結果データを保存することができる容量を有し、たとえばランダムアクセスメモリ(RAM)によって構成される。一方、数値制御装置11の学習結果格納手段14は複数の学習結果データを保存することができる容量を有し、数値制御装置11の電源を落としてもその内容を保持することができる、たとえば不揮発性タイプのメモリによって構成されている。工作機械のサーボ系12は特に、ピストン旋盤やカム研削盤といった加工断面が非円であり、かつ一周した次の一周の加工が過去の一周の繰り返しであるような同一パターンの繰り返しの加工を行うものを対象とし、たとえば回転軸と同期して直線軸を同一パターンで繰り返し移動制御して加工を行うものとしている。

【0010】ピストン又はカムなど加工断面が非円の第1の形状の加工を行うとき、数値制御装置11は最初の加工のときは、パラメータAと加工指令とを組にしてサーボ系12に渡す。サーボ系12では加工指令に従ってパラメータAを学習制御の初期値として加工動作を開始する。サーボ系12は加工時の学習制御によって得られた最初の学習制御の後の学習結果データを学習結果格納手段13に格納する。続いて同一形状の加工を行うときには、サーボ系12は学習結果格納手段13に格納されている学習結果データを元にして制御され、同じようにして新しい学習結果データが得られると、学習結果格納手段13の内容はそのデータに更新される。このように、サーボ系12では、加工のたびに学習しては学習結果格納手段13の内容を更新していき、加工制御は最も誤差の少ないものに収束されていく。

【0011】加工終了のとき、学習結果格納手段13には最後に学習された学習結果データA α が格納されており、この学習結果データA α を数値制御装置11の学習結果格納手段14の第1の形状の加工のための格納領域に格納してから、工作機械を停止するか又は別の形状の

4

加工を開始する。

【0012】次に、工作機械を起動して第1の形状の加工をするとき、又は別の形状の加工をしていて第1の形状の加工に切り換えるときには、数値制御装置11は初期値のパラメータA α と加工指令とを組にして工作機械のサーボ系12に送り、サーボ系12は前回の学習結果データA α を元にした学習制御を行って、最初から精度の高い加工を行うことができる。

【0013】図2は本発明の一実施例を示すブロック図である。図において、11は工作機械を制御する数値制御装置であり、複数の学習結果データを格納することができる学習結果格納手段14を有している。21は数値制御装置11から出力されるサーボモータへの各種指令などを受信してデジタルサーボ回路22のプロセッサに渡したり、デジタルサーボ回路22の学習結果格納手段13から学習結果データを受けて数値制御装置11の学習結果格納手段14に渡すための共有メモリである。デジタルサーボ回路22は、プロセッサ、読み取り専用メモリ(ROM)、一部は学習結果格納手段13を成すランダムアクセスメモリ(RAM)などで構成されており、プロセッサによって直線軸を駆動するサーボモータ24の位置、速度、電流の制御などを行うとともに繰り返しの学習制御などの処理を行う、デジタル・シグナル・プロセッサである。23はトランジスタインバータなどで構成されるサーボアンプ、24は直線軸を駆動するサーボモータ、25はサーボモータ24の回転位置を検出してデジタルサーボ回路22にフィードバックする位置検出器としてのパルスコードである。また、26は回転軸(主軸)を駆動するスピンドルモータ、27は回転軸の回転位置を検出する位置検出器としてのパルスコード、28はスピンドルアンプ、29はスピンドル制御回路である。

【0014】数値制御装置11からのパラメータ及び加工指令は共有メモリ21を介してデジタルサーボ回路22に与えられる。デジタルサーボ回路22では、プロセッサが加工開始時に初期設定する。その1つとして、学習結果格納手段13には数値制御装置11からのパラメータが学習制御の初期値として入れられる。プロセッサはパルスコード27及び25からの回転軸及び直線軸の位置及び学習結果格納手段13のパラメータを元にして指令位置を求め、サーボアンプ13を介してサーボモータ24を駆動制御する。

【0015】図3はデジタルサーボ回路の学習結果格納手段の一例を示す図である。デジタルサーボ回路22の学習結果格納手段13は、繰り返し加工の一周をn分割した回転軸の位置 θ_i ($i=1\sim n$)とそれぞれの回転位置 θ_i における直線軸の位置 r_i との対応関係を表したテーブルTとして作成され、毎回の繰り返し加工ごとに更新される。なお、数値制御装置11の学習結果格納手段14は、同じようにテーブルの形で実現されて

5

いるが、デジタルサーボ回路 2 2 の学習結果格納手段 1 3 が 1 つであるのに対して数値制御装置 1 1 の学習結果格納手段 1 4 は複数の形状の加工ごとに作成される。

【0016】図 4 はパラメータの変化を示す説明図である。この図は、たとえば 3 つの形状を加工するときに数値制御装置 1 1 からサーボ系 1 2 に渡されるパラメータ及び加工指令と、サーボ系 1 2 のデジタルサーボ回路 2 2 において学習されて学習結果格納手段 1 3 に格納された学習結果データとを示している。

【0017】すなわち、数値制御装置 1 1 から第 1 加工領域に関する加工指令 D 1 があると、初期値のパラメータ A とともに共有メモリ 2 1 を介してデジタルサーボ回路 2 2 に渡され、デジタルサーボ回路 2 2 ではその第 1 加工領域についての加工をしながら学習をして最後の加工で学習された学習結果データは A α となり、学習結果格納手段 1 3 に格納される。そして、第 1 加工領域の加工終了時点でその学習結果データ A α は数値制御装置 1 1 に送られ、その学習結果格納手段 1 4 に格納される。次に、数値制御装置 1 1 から第 2 加工領域に関する加工指令 D 2 があると、パラメータ B とともに共有メモリ 2 1 を介してデジタルサーボ回路 2 2 に渡され、ここでの最終加工時の学習結果データは B α となり、数値制御装置 1 1 の学習結果格納手段 1 4 に格納される。次に、数値制御装置 1 1 から第 3 加工領域に関する加工指令 D 3 はパラメータ C とともに共有メモリ 2 1 を介してデジタルサーボ回路 2 2 に渡され、ここでの最終加工時の学習結果データは C α となって数値制御装置 1 1 の学習結果格納手段 1 4 に格納される。

【0018】第 1 ～ 第 3 加工領域についての 2 回目の加工指令のときには、第 1 加工領域では加工指令 D 1 と学習結果格納手段 1 4 に格納されていた学習パラメータ A α との組が、第 2 加工領域では加工指令 D 2 と学習パラメータ B α との組が、そして第 3 加工領域では加工指令 D 3 と学習パラメータ C α との組が、デジタルサーボ回路 2 2 に渡され、それぞれの学習結果データが A β 、B β 、C β となって、数値制御装置 1 1 の学習結果格納手段 1 4 に格納される。

【0019】同様に、3 回目のときには、第 1 加工領域で加工指令 D 1 及び学習パラメータ A β の組、第 2 加工領域で加工指令 D 2 及び学習パラメータ B β の組、そして第 3 加工領域で加工指令 D 3 及び学習パラメータ C β の組がデジタルサーボ回路 2 2 に渡され、それぞ

6

れの学習結果データは A γ 、B γ 、C γ となって数値制御装置 1 1 の学習結果格納手段 1 4 に格納される、という動作が繰り返される。このように、数値制御装置 1 1 の学習結果格納手段 1 4 に格納されるデータは毎回更新されるが、2 回目以降は、1 回目の加工において、学習制御により加工精度が十分高いレベルに収束されているので、たとえば温度条件が相違することによる変化要因以外は学習結果データに実質的に大きな変化はない。

【0020】

【発明の効果】以上説明したように本発明では、回転軸と同期して同一パターンの繰り返し動作をサーボモータ回路で行うような数値制御加工方式において、サーボ系内部で学習制御によって繰り返し作られた最後の学習結果データを数値制御装置側で保存しておき、次の加工のときには保存していた最新のデータを使用して加工を開始することができる。したがって、2 回目以降は最初から高精度で加工することができるようになり、試し削りなどの必要はなくなる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の数値制御加工方式の構成を示す図である。

【図 2】本発明の一実施例を示すブロック図である。

【図 3】デジタルサーボ回路の学習結果格納手段の一例を示す図である。

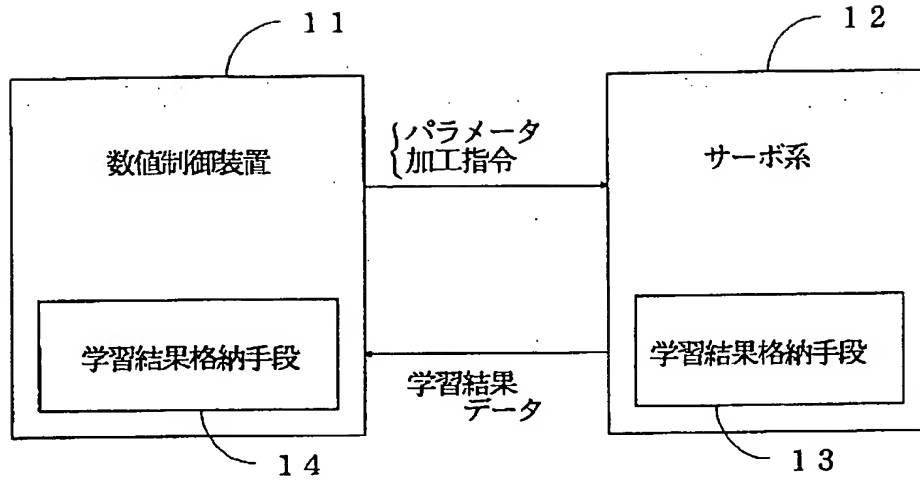
【図 4】パラメータの変化を示す説明図である。

【図 5】従来の数値制御加工方式の構成を示す図である。

【符号の説明】

- 1 1 数値制御装置
- 1 2 サーボ系
- 1 3 学習結果格納手段
- 1 4 学習結果格納手段
- 2 1 共有メモリ
- 2 2 デジタルサーボ回路
- 2 3 サーボアンプ
- 2 4 サーボモータ
- 2 5 パルスコーダ
- 2 6 スピンドルモータ
- 2 7 パルスコーダ
- 2 8 スピンドルアンプ
- 2 9 スピンドル制御回路

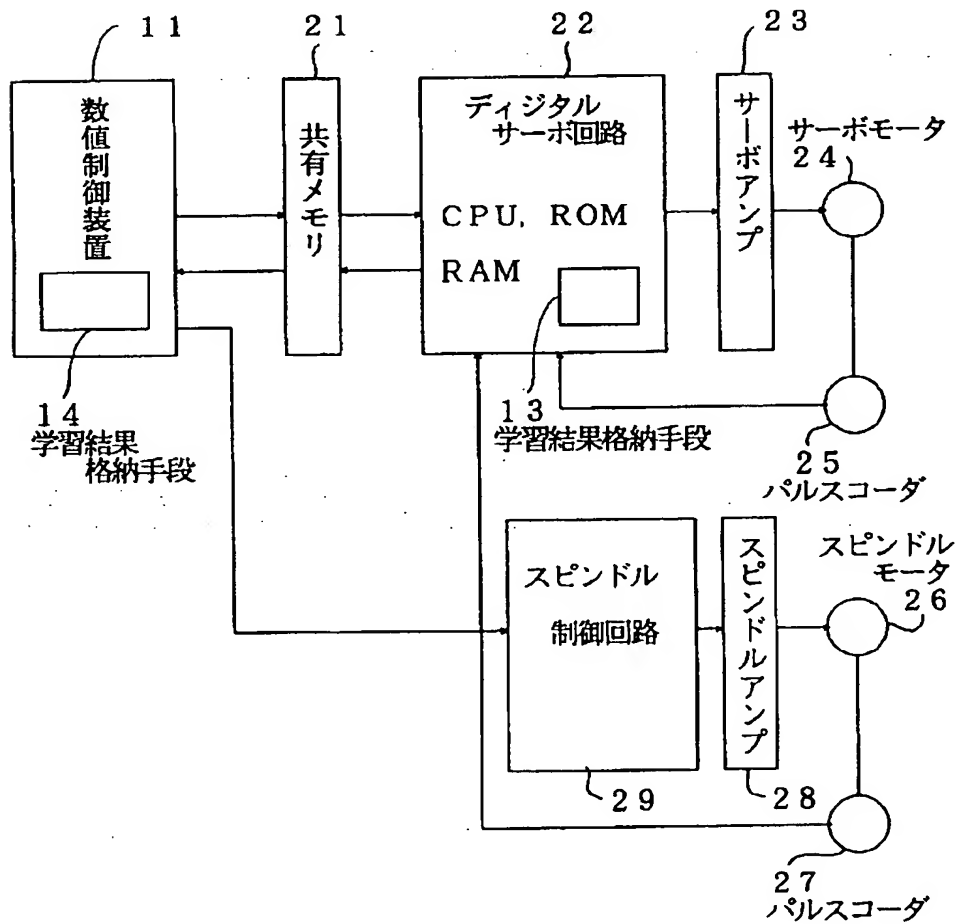
【図 1】



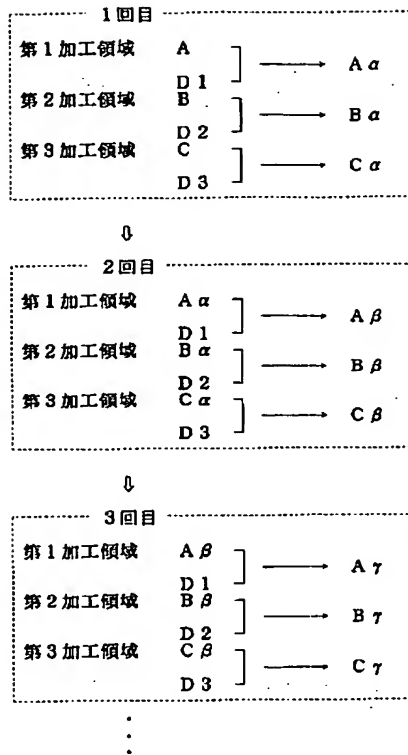
【図 3】

回転軸の位置	直線軸の位置	T
$\theta 1$	$r 1$	
$\theta 2$	$r 2$	
$\theta 3$	$r 3$	
\vdots	\vdots	
θn	$r n$	

【図 2】



【図 4】



【図 5】

